

⑤① Int. Cl. 3 = Int. Cl. 2

Int. Cl. 2:

**C 03 B 37/02**

C 03 C 17/22

①⑨ **BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

**DEUTSCHES**



**PATENTAMT**

**DE 28 53 873 A 1**

⑪

# **Offenlegungsschrift**

**28 53 873**

⑫

Aktenzeichen:

P 28 53 873.0

⑬

Anmeldetag:

13. 12. 78

⑭

Offenlegungstag:

3. 7. 80

⑮

Unionspriorität:

⑳ ㉑ ㉒

⑯

Bezeichnung:

Herstellung einer Glasfaser hoher Zerreißfestigkeit

⑰

Anmelder:

Siemens AG, 1000 Berlin und 8000 München

⑱

Erfinder:

Grabmaier, Josef, Dipl.-Phys. Dr.rer. nat., 8131 Berg

**DE 28 53 873 A 1**

- / - VPA 78 P 7198 BRD

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen einer Quarzglasfaser hoher Zerreißfestigkeit durch Ausziehen eines Quarzglas-Vorformlings, d a d u r c h g e k e n n -  
5 z e i c h n e t , d a ß auf dem Vorformling zunächst eine Schicht aufgebracht wird, die eine Kristallisation von Siliziumoxid zu Tridymit und/oder Cristobalit auf der Oberfläche des Vorformlings hemmt.
- 10 2. Verfahren nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a ß für die Herstellung der Schicht Boroxid oder Boroxid und Siliziumoxid verwendet wird.

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT  
Berlin und München

Unser Zeichen  
VPA **78 P 7198 BRD**

5 Herstellung einer Glasfaser hoher Zerreißfestigkeit

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen einer Quarzglasfaser hoher Zerreißfestigkeit durch Ausziehen eines Quarzglas-Vorformlings.

10

In der Nachrichtentechnik gewinnt die optische Nachrichtenübertragung mittels Nachrichtenkabeln aus haardnnen Lichtleitfasern zunehmend an Bedeutung. Beim Verkabeln und beim Verlegen der Kabel werden

15 die Fasern einer hohen Zugbelastung ausgesetzt. Sie müssen daher eine hohe Zerreißfestigkeit besitzen.

Diese Fasern werden bevorzugt dadurch hergestellt, daß ein Quarzglas-Vorformling, z.B. ein zylindrischer  
20 oder hohlzylindrischer Stab durch eine induktive Heizzone oder einen anderen Ziehofen geführt und dabei ausgezogen wird. Der Vorformling kann z.B. auf die in "Siemens Forschungs- und Entwicklungsberichte" 5 (1976), Seiten 171 bis 175 beschriebene

Kbl 2 Hag / 1. 12. 1978

030027/0097

- 2 - VPA 78 P 7198 BRD

Weise hergestellt sein. Unmittelbar danach wird die Faser in einem entsprechenden Schmelzbad mit einer Schicht, vorzugsweise aus Plastik, zum Schutz vor mechanischen Beschädigungen überzogen.

5

Für die Zugfestigkeit ergibt sich aus der Bindungsenergie der Si-O-Bindung eine Obergrenze von etwa  $18000 \text{ N/mm}^2$ . Tatsächlich wird diese Grenze selbst bei den besten Fasern nicht annähernd erreicht. So  
10 liegen die Spitzenwerte für 20 m lange Fasern bei Labormustern nur bei etwa  $10000 \text{ N/mm}^2$ . In der Massenfertigung werden nur Werte von etwa  $1000 \text{ N/mm}^2$  erhalten.

- 15 In der Zeitschrift "Siemens Forschungs- und Entwicklungsberichte" 7 (1978), Seiten 158 bis 165 werden als Ursachen für das Zerreißen der Fasern angegeben: Staubpartikel aus der Atmosphäre oder Mikrorisse auf der Oberfläche des Vorformlings,  
20 kristalline Einschlüsse in der Glasmatrix, Verunreinigungen oder Partikel, die beim Ziehen der Fasern eingeschleppt werden und auf die Faseroberfläche gelangen, sowie Beschädigungen der Faseroberfläche, die beim Beschichten oder Aufwickeln der  
25 gezogenen Fasern sowie beim Verlegen von ungenügend beschichteten Fasern entstehen.

Um diese Fehlerquellen weitgehend auszuschalten, werden die Oberflächen der Vorformlinge zunächst  
30 sorgfältig chemisch gereinigt und unmittelbar vor dem Ausziehen durch eine Flammenpolitur von Absorptionsstoffen, insbesondere kondensierter Feuchtigkeit, befreit, wobei gleichzeitig auch Kratzer oder Risse der Oberfläche ausgeheilt  
35 werden. Dann werden bei etwa  $2000^\circ\text{C}$  die Vorformlinge

- 8 - VPA 78 P 7198 BRD

zur Faser ausgezogen, und unmittelbar nach Verlassen  
des Ausziehofens in einem Bad mit der Schutzschicht  
überzogen, die in einem nachgeschalteten Ofen ge-  
trocknet wird. Dabei kann ein mehrfaches Beschichten  
5 und Trocknen der Fasern vorgesehen sein, bevor diese  
auf einer Magazintrommel aufgewickelt werden.

Von der Reinigung des Vorformlings bis zum Verlassen  
der Beschichtungsbäder müssen die Fasern durch eine  
10 staubfreie Atmosphäre geführt werden, die vorzugs-  
weise durch Einblasen eines inerten Gases erzeugt  
wird. Diese Vorsichtsmaßnahmen reichen jedoch nicht  
aus, um die Bildung von Mikrorissen in den gezogenen  
Fasern zu vermeiden.

15 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, durch  
geeignete Maßnahmen das Ausziehen von Fasern zu er-  
möglichen, die eine höhere Zerreißfestigkeit auf-  
weisen.

20 Die Erfindung geht von der Erkenntnis aus, daß beim  
Aufheizen des Vorformlings im Ziehofen auf der Ober-  
fläche des Quarzglas-Vorformlings während des Aus-  
ziehens in größerer Anzahl Tridymit- und Cristobalit-  
25 Kriställchen entstehen, die im Ziehofen nicht  
quantitativ aufgeschmolzen werden. Beim anschließenden  
Abkühlen der Fasern unter 275°C platzen diese  
Kriställchen von der Faseroberfläche ab und hinter-  
lassen einen Mikroriß. Durch röntgenographische Unter-  
30 suchungen können Cristobalit-Kriställchen auf der  
Oberfläche des Vorformlings in beträchtlichen Umfang  
nachgewiesen werden. Sie können teilweise aufge-  
schmolzen werden, wenn die Verweilzeit des Vor-  
formlings im Ausziehofen entsprechend lang bemessen  
35 wird, jedoch wird dadurch die Arbeitsgeschwindigkeit  
stark herabgesetzt.

030027/0097

- Die Erfindung geht ferner von der weiteren Erkenntnis aus, daß als Entstehungsursache dieser Kriställchen nicht nur eingeschleppte Staubteilchen, die als Kristallisationskeime wirken, sondern insbesondere auch Eigenkeime von Siliziumoxid anzusehen sind. Bei den hohen Faserzieh-Temperaturen (etwa 2000°C) verdampft bereits ein beträchtlicher Teil des Siliziumoxids. Ein Bruchteil dieses Dampfes kondensiert auf der Oberfläche des Vorformlings und wirkt dort als Keim für die Kristallisation von Tridymit (bei Temperaturen über 1100°C) und Cristobalit (Temperaturen über 1400°C). Bei den herkömmlichen Ofenkonstruktionen und den üblichen Faserziehgeschwindigkeiten (einige Meter in der Sekunde) verweilt ein Vorformling durchschnittlich etwa 1 bis 2 Std. bei Temperaturen oberhalb 1100°C. In dieser Zeit können die Kristallisationskeime zu Körnern heranwachsen, deren Größe einige 100 µm betragen kann.
- Mit der Erfindung werden diese bisher unbekannten Ursachen der Faserrisse weitgehend behoben. Dies geschieht dadurch, daß auf dem Vorformling in einem vorbereitenden Arbeitsschritt zunächst eine Schicht aufgebracht wird, die beim Ausziehen an der Oberfläche des Vorformlings die Bildung von Kristallen aus Tridymit und/oder Cristobalit hemmt. Eine solche Schicht kann vorzugsweise aus Boroxid ( $B_2O_3$ ) oder Boroxid und Siliziumoxid bestehen.
- Eine Boroxidschicht läßt sich vorteilhaft durch Abscheiden aus einer entsprechenden Gasphase herstellen. Als Gasphase kann ein gasförmiges Gemisch aus Borchlorid ( $BCl_3$ ) und Sauerstoff verwendet werden.
- Der Vorformling kann aber auch durch Eintauchen in

- 7 - VPA 78 P 7198 BRD

eine entsprechende Boroxidschmelze ( $B_2O_3$ ) erzeugt werden. Da bei den Faserziehtemperaturen (etwa  $2000^{\circ}C$ ) der Dampfdruck des Boroxids nur etwa 0,2 Torr beträgt, genügt es, wenn diese Schicht nur wenige

5  $\mu m$  stark ist.

Vorteilhaft kann das Boroxid aus der Boroxid-Schicht bei Temperaturen, bei denen die Oberfläche des Vorformlings in einem flüssigviskosen Zustand ist, in  
10 den Vorformling eindiffundiert werden. Dadurch erhält man  $B_2O_3/SiO_2$ -Oberflächenschichten, die ebenfalls die Keimbildung und die Kristallisation von Tridymit und Cristobalit verhindern und - ausgehend von sehr dünnen  $B_2O_3$ -Überzügen - eine ausreichende Dicke  
15 aufweisen. Eine flüssigviskose Oberfläche besitzt der Vorformling in verschiedenen Stufen des Verfahrens, z.B. während der Flammenpolitur oder beim Eintauchen in eine entsprechend heiße Boroxid-Schmelze.

20 Man kann eine Boroxid-Siliziumoxid-Schicht auch aufbringen, indem der Vorformling in eine Schmelze dieser beiden Oxide eingetaucht wird, es kann die Schicht aber auch durch Abscheiden aus einer Bor-, Sauerstoff und Silizium enthaltenden Gasphase  
25 (z.B.  $BCl_3$ ,  $SiCl_4$ ,  $O_2$ ) hergestellt werden. Auch aus dieser Schicht kann das Bor durch Diffusion tiefer in den Vorformling eingebracht werden.

Die Schicht, die anstelle von Boroxid auch andere  
30 kristallisationshemmende Zusätze (z.B.  $Al_2O_3$ ) enthalten kann, schützt die Oberfläche des Vorformlings davor, daß beim Ausziehen der Faser Siliziumoxid, das in der Ziehzone verdampft und auf dem Vorformling auskondensiert, als Kristallisationskeim für Cristobalit und/oder Tridymit wirken kann. Dadurch wird  
35

- 8 - VPA 78 P 7198 BRD

die Bildung von Mikrorissen beim anschließenden Abkühlen der gezogenen Fasern weitgehend verhindert, so daß an die Qualität der abschließend aufzubringenden Schutzschicht geringere Anforderungen gestellt werden können. So können z.B. für diese Schutzschicht Kunststoffe verwendet werden, die billiger, leichter aufzubringen und leichter auszuhärten sind. Gleichzeitig kann die Verweilzeit des Vorformlings in der Ziehzone verringert werden, so daß insgesamt höhere Ziehgeschwindigkeiten und eine wirtschaftlichere Fertigung erreicht werden.

Anhand zweier Figuren und eines Ausführungsbeispiels wird die Erfindung näher erläutert.

15

Fig. 1 zeigt eine Vorrichtung zum Aufbringen der Schicht auf der Oberfläche eines Vorformlings für Lichtleitfasern, die aus Quarzglas bestehen und durch Zusatz von Fremdatomen im Faserkern eine höhere Brechzahl aufweisen als im Fasermantel.

20

Der benötigte Vorformling wird in bekannter Weise nach dem Gasabscheidungsverfahren (Chemical Vapour Deposition) hergestellt, indem ein Glasrohr an seiner Innenseite mit entsprechender Quarzglasschichten durch Abscheidung aus einer entsprechenden Gasphase belegt wird. Anschließend wird das Glasrohr zu einem zylindrischen Vorformling kollabiert.

25

Bei der Vorrichtung nach Fig. 1 ist der Vorformling 1 im Spannfutter 4 einer Drehbank gehalten. Durch Bewegung des Gehäuses 2 einer längs der Pfeile 3 verfahrbaren Flammeinrichtung wird die Abscheidung der Schutzschicht aus der Gasphase vorgenommen.

30



- 1 - VPA 78 P 7198 BRD

- Hierzu ist im Gehäuse ein erster Brenner 5 vorgesehen, dem entsprechend den Pfeilen 6 und 7  $\text{SiCl}_4$  und  $\text{BCl}_3$  bzw.  $\text{O}_2$  zugeführt wird. Dieser Brenner ist von einer Wasserkühlung 8 umgeben. Aus der auf das Rohr gerichteten Flamme scheidet sich eine  $\text{SiO}_2/\text{B}_2\text{O}_3$ -Schutzschicht ab, deren Dicke vom Durchsatz des Gasgemisches und der Vorschubgeschwindigkeit des Brenners bestimmt ist.
- 10 Die abgeschiedene Schutzschicht wird von der Flamme eines daneben angeordneten Knallgasbrenners 9 zu einem klaren, festen Film verschmolzen. 10 und 11 zeigen die Zuleitungen von Wasserstoff und Sauerstoff zum Knallgasbrenner 9. Die Abgase dieser Brenner werden entsprechend dem Pfeil 12 in einen Abzug geführt.
- Gleichzeitig mit dem Auftragen der Schutzschicht wird von der Brennerhitze das Glasrohr aufgeweicht.
- 20 Bei diesem flüssigviskosem Zustand des Vorformlings diffundiert das abgeschiedene Boroxid in tiefer liegende Schichten, so daß es zur Ausbildung einer etwa 5  $\mu\text{m}$  dicken  $\text{B}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ -Schutzschicht an der Vorformling-Oberfläche kommt. Der so hergestellte Vorformling kann z.B. auf die in der erwähnten Literaturstelle "Siemens Forschungs- und Entwicklungsberichte" beschriebene Weise zur Faser ausgezogen werden.
- 30 Nach Fig. 2 erfolgt das Beschichten eines Formlings, z.B. eines oben beschriebenen, nach dem CVD-Verfahren hergestellten zylindrischen Quarzglaskörpers 20 durch Eintauchen in eine  $\text{B}_2\text{O}_3$ -Schmelze 21, die von einer um den Schmelztiegel 23 gewickelten Heizwendel 24 flüssig gehalten wird. Zum Eintauchen entsprechend

- 8 - VPA 78 P 7 198 BRD

den Pfeilen 25 wird nur eine kurze Tauchzeit benötigt,  
die gerade ausreicht, um ein gleichmäßiges Benetzen  
des Formlings sicherzustellen. Eine Dicke des be-  
netzenden Filmes von etwa 2 bis 5  $\mu$ m reicht aus  
5 zum Schutz der Oberfläche vor Kristallitbildung.

2 Patentansprüche

2 Figuren

ZusammenfassungHerstellung einer Glasfaser hoher Zerreißfestigkeit

- 5 Um beim Ausziehen eines Quarzglas-Vorformlings eine Faser hoher Zerreißfestigkeit zu erhalten, z.B. eine Lichtleitfaser für die optische Nachrichten-  
10 bertragung, wird auf dem Vorformling zunächst eine Schicht aufgebracht, die eine Kristallisation von Siliziumoxid zu Tridymit und/oder Cristobalit an der Oberfläche des Vorformlings hemmt. Siliziumoxid, das im Ziehofen verdampft und sich auf dem kälteren Vorformling niederschlägt, kann dann nicht als Kristallisationskeim für Tridymit oder Cristobalit  
15 wirken. Derartige Kristalle, die im Ziehofen nicht aufgeschmolzen werden, könnten nämlich von der Faser-oberfläche abplatzen und Risse hinterlassen (Fig. 1).

2853873

Nummer: 28 53 873  
 Int. Cl. 2: C 03 B 37/02  
 Anmeldetag: 13. Dezember 1978  
 Offenlegungstag: 3. Juli 1980

-11-

78 P 7 1 9 8 BRD

1/1

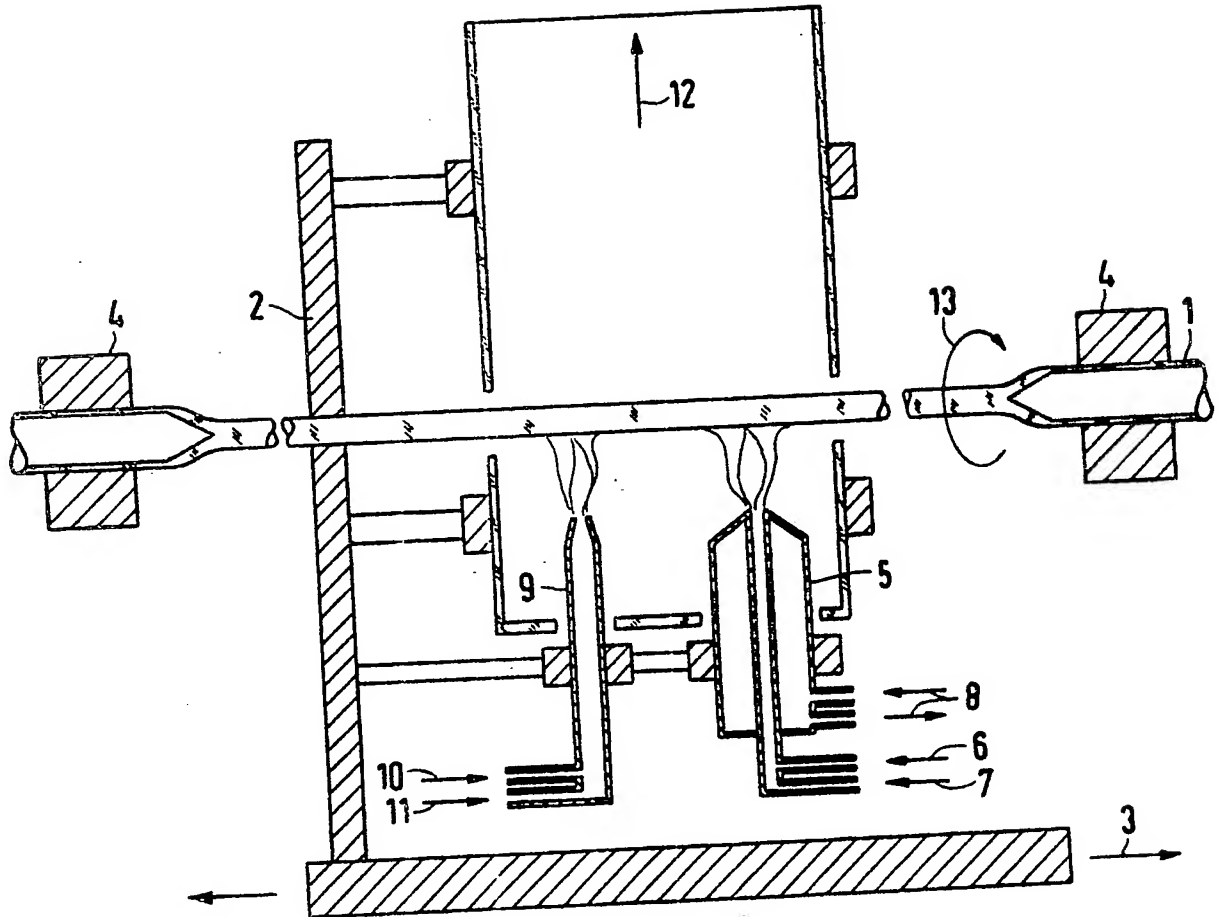


FIG 1

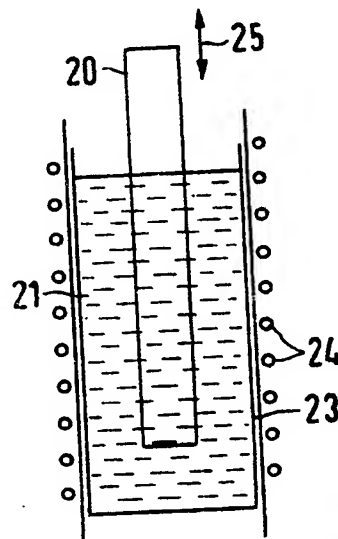


FIG 2

BEST AVAILABLE COPY

030027/0097

German Patent No. 28 53 873 A1  
(Offenlegungsschrift)

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

Code: 1035-74143  
Ref.: BOOKBINDER 16-6-

FEDERAL REPUBLIC OF GERMANY  
GERMAN PATENT OFFICE  
PATENT NO: 28 53 873 A1  
(Offenlegungsschrift)

Int. Cl.<sup>3</sup> = Int. Cl.<sup>2</sup>:

Int. Cl.<sup>2</sup>:

C 03 B 37/02

C 03 C 17/22

Filing No:

P 28 53 873.0

Filing Date:

December 13, 1978

Date Laid-Open  
to Public Inspection:

July 3, 1980

PRODUCTION OF A GLASS FIBER WITH HIGH TENSILE STRENGTH

Applicant:

Siemens AG  
1000 Berlin and 8000 Munich

Inventors:

Dr. Josef Grabmaier,  
Physics graduate  
8131 Berg

Claims

1. Method for the production of a quartz glass fiber with a high tensile strength by drawing a quartz glass preform, characterized in that a layer which inhibits crystallization of silicon oxide to tridymite and/or cristobalite on the surface of the preform is first applied on the preform.

2. Method according to Claim 1, characterized in that for the production of the layer, boron oxide or boron oxide and silicon oxide are used.

The invention concerns a method for the production of a quartz glass fiber with high tensile strength by drawing a quartz glass preform.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



In communication engineering, the optical transmission of information by means of communication cables made of hair-thin optical fibers is increasingly gaining in importance. In cabling [structures] and in the laying of cables, the fibers are exposed to a high tensile load. They must therefore have high tensile strength.

These fibers are preferably produced in that a quartz glass preform, for example, a cylindrical or hollow-cylindrical rod is conducted through an inductive heating zone or another drawing furnace and thereby drawn out. The preform can, for example, be produced in the manner described in "Siemens Forschungs- und Entwicklungsberichte" [Siemen's Research and Development Reports], 5 (1976), pages 171-175. Immediately thereafter, the fibers are coated, in a corresponding molten bath, with a layer, preferably made of plastic, for protection from mechanical damage.

For the tensile strength, an upper limit of approximately  $18,000 \text{ N/mm}^2$  results from the binding energy of the Si-O bond. In fact, this limit itself is not approximately reached even with the best fibers. Thus, the peak values for fibers with a length of 20 m in laboratory samples are only approximately  $10,000 \text{ N/mm}^2$ . In mass production, only values of approximately  $1000 \text{ N/mm}^2$  are obtained.

In the journal "Siemens Forschungs- und Entwicklungsberichte" [Siemen's Research and Development Reports], 7 (1978), pages 158-165, the following are given as causes for the tearing of the fibers: dust particles from the atmosphere or microfissures on the surface of the preform, crystalline occlusions in the glass matrix, impurities or particles, which are drawn in during the drawing of the fibers and arrive at the surface of the fibers, and damage of the fiber surface, which arises during the coating or winding of the drawn fibers and during the laying of insufficiently coated fibers.

In order to rule out these sources of error to a large extent, the surfaces of the preforms are first carefully chemically cleaned and, immediately before the drawing, freed from absorption substances, in particular, condensed moisture, by flame polishing, wherein, at the same time, scratches or fissures on the surfaces are completely restored. Then, at approximately  $2000^\circ\text{C}$ , the preforms are drawn to form fibers and, immediately after leaving the drawing furnace, coated, in a bath, with the protective layer, which is dried in a downstream furnace. A multiple coating and drawing of the fibers can be provided, before they are wound onto a storage drum.

From the cleaning of the preform to the leaving of the coating baths, the fibers must be conducted through a dust-free atmosphere, which is preferably produced by the blowing in of an inert gas. In order to avoid the formation of microfissures in the drawn fibers these precautionary measures, however, are not sufficient.

The goal of the invention is to make possible, by suitable measures, the drawing of fibers that have a higher tensile strength.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

The invention is based on the knowledge that with the heating of the preform in the drawing furnace, large numbers of small tridymite and cristobalite crystals are formed on the surface of the quartz glass preform during the drawing ; they are not melted quantitatively in the drawing furnace. With the subsequent cooling of the fibers below 275°C, these crystals flake off from the surface of the fibers and leave behind a microfissure. Small cristobalite crystals on the surface of the preform can be detected to a considerable extent by X-ray investigations. In part, they may be melted if the residence time of the preform in the drawing furnace is correspondingly long, but the working rate is thereby considerably reduced.

The invention is also based on the additional knowledge that not only the drawn-in dust particles, which act as crystallization nuclei, but rather, in particular, the silicon oxide's own nuclei are also regarded as the formation cause of these small crystals. At high fiber-drawing temperatures (approximately 2000°C), a considerable part of the silicon oxide is already evaporated. A fraction of this vapor condenses on the surface of the preform and there acts as a nucleus for the crystallization of tridymite (at temperatures above 1100°C) and cristobalite (temperatures above 1400°C). With the traditional furnace constructions and the usual fiber-drawing rates (several meters per second), a preform stays, on the average, approximately 1-2 h, at temperatures above 1100°C. In this time, the crystallization nuclei grow to form grains, whose size can be several 100 µm.

This invention extensively eliminates these previously unknown causes of fiber fissures. This occurs in that a layer is first applied on the preform in a prepared work step; this layer inhibits the formation of tridymite and/or cristobalite crystals on the surface of the preform during the drawing . Such a layer can preferably be made of boron oxide ( $B_2O_3$ ) or boron oxide and silicon oxide.

A boron oxide layer can be advantageously produced by deposition from a corresponding gas phase. As a gas phase, a gaseous mixture of boron chloride ( $BCl_3$ ) and oxygen are used. The preform, however, can also be produced by immersion into a corresponding boron oxide melt ( $B_2O_3$ ). Since the vapor pressure of the boron oxide is only approximately 0.2 torr at fiber-drawing temperatures (approximately 2000°C), it is sufficient if this layer has a thickness of only a few µm.

Advantageously, the boron oxide from the boron oxide layer can be diffused into the preform at temperatures at which the surface of the preform is in a liquid-viscous state. In this way,  $B_2O_3/SiO_2$  surface layers are obtained, which also prevent the formation of nuclei and the crystallization of tridymite and cristobalite and--assuming very thin  $B_2O_3$  coats--have sufficient thickness. The preform has a liquid-viscous surface in various stages of the method, for example, during the flame polishing or during immersion into a correspondingly hot boron oxide melt.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

A boron oxide-silicon oxide layer can also be applied in that the preform is immersed into a melt of these two oxides; however, the layer can also be produced by deposition from a gas phase containing boron, oxygen, and silicon (for example,  $\text{BCl}_3$ ,  $\text{SiCl}_4$ ,  $\text{O}_2$ ). The boron can be introduced deeper into the preform by diffusion from this layer also.

The layer, which can contain other crystallization-inhibiting additives (for example,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) instead of boron oxide, protects the surface of the preform from having the silicon oxide, which evaporates in the drawing zone and is condensed out on the preform, act as a crystallization nucleus for cristobalite and/or tridymite during the drawing of the fibers. In this way, the formation of microfissures during the subsequent cooling of the drawn fibers is largely prevented so that fewer demands can be made on the quality of the protective layer which is applied at the end. Thus, for example, plastics which are cheaper, easier to apply, and easier to cure can be used for this protective layer. At the same time, the residence time of the preform can be reduced in the drawing zone so that as a whole, higher drawing rates and a more economical production can be attained.

The invention is explained in more detail with the aid of two figures and an exemplified embodiment.

Figure 1 shows an apparatus to apply the layer on the surface of a preform for optical fibers, which are made of quartz glass and have a refractive index which is higher in the fiber core than in the fiber jacket, by the addition of foreign atoms.

The needed preform is produced, in a known manner, according to the chemical vapor deposition method, by coating a glass tube on the inside with corresponding quartz glass layers by deposition from a corresponding gas phase. Subsequently, the glass tube is collapsed to form a cylindrical preform.

In the apparatus according to Figure 1, the preform 1 is held in the chuck 4 of a turning lathe. The deposition of the protective layer from the gas phase is undertaken by movement of the housing 2 of a flame device that can be moved along the arrow 3.

To this end, a first burner 5 is provided in the housing, to which, in accordance with arrows 6 and 7,  $\text{SiCl}_4$  and  $\text{BCl}_3$  or  $\text{O}_2$  are supplied. This burner is surrounded by a water cooling unit 8. From the flame directed at the tube, an  $\text{SiO}_2/\text{B}_2\text{O}_3$  protective layer is deposited, whose thickness is determined by the throughput of the gas mixture and the advance rate of the burner.

The deposited protective layer is melted to a clear, solid film by the flame of an oxyhydrogen gas burner 9, located next to the layer. 10 and 11 show the supply conduits for hydrogen and oxygen to the oxyhydrogen gas burner 9. The waste gases of this burner are conducted into a fume hood in accordance with the arrow 12.

Simultaneous with the application of the protective layer, the glass tube is softened by the heat from the burner. With this liquid-viscous state of the preform, the deposited boron oxide

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

diffuses into deeper layers, so that a  $B_2O_3$ - $SiO_2$  protective layer, approximately  $5\text{ }\mu\text{m}$  in thickness, is formed on the preform surface. The preform produced in this manner can be drawn out to form fibers, for example, in the manner described in the aforementioned reference "Siemens Forschungs- und Entwicklungsberichte."

According to Figure 2, the coating of a preform, for example, of a cylindrical, quartz glass body 20, which was described above and was produced according to the CVD method, is carried out by immersion in a  $B_2O_3$  melt 21, which is maintained [as a] liquid by a heating spiral 24, coiled around the melting crucible 23. For the immersion in accordance with the arrows 25, only a short immersion time is needed, which is sufficient enough so as to ensure a uniform wetting of the formed body. A thickness of the wetting film of approximately  $2\text{-}5\text{ }\mu\text{m}$  is sufficient to protect the surface of the crystallite formation.

2 Patent claims

2 Figures

### Summary

In order to obtain a fiber with a high tensile strength during the drawing of a quartz preform, for example, an optical fiber for the optical transmission of information, a layer is first applied on the preform; this layer inhibits a crystallization of silicon oxide to tridymite and/or cristobalite on the surface of the preform. Silicon oxide, which evaporates in the drawing furnace and precipitates on the colder preform, is not able to act then as a crystallization nucleus for tridymite or cristobalite. Such crystals, which are not melted in the drawing furnace, could namely flake off from the surface of the fiber and leave behind fissures (Figure 1).

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



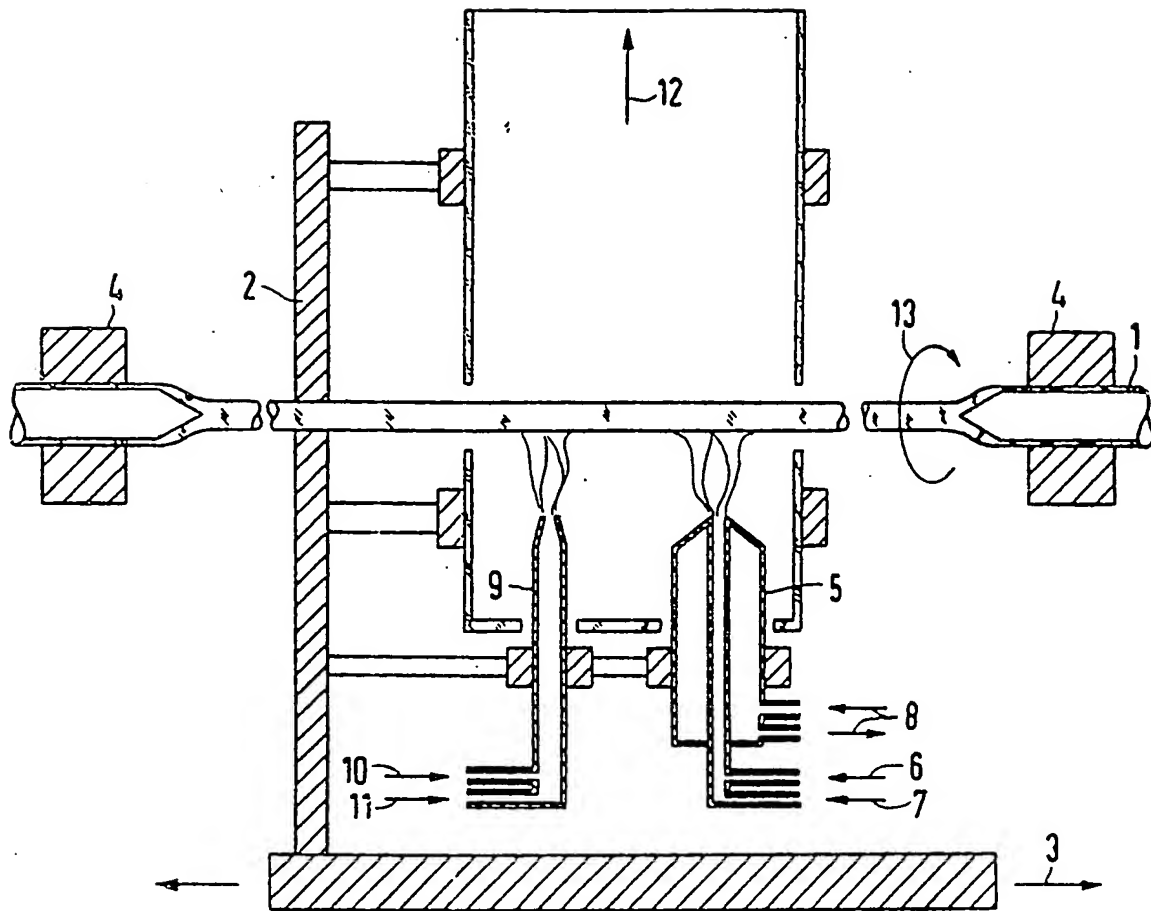


FIG 1

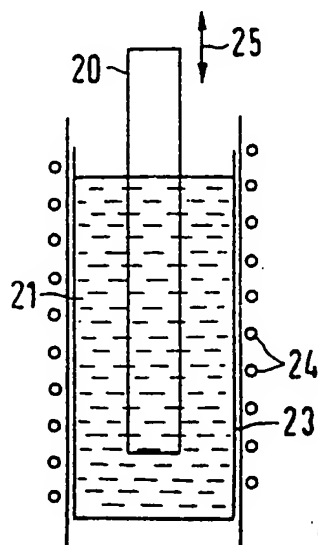


FIG 2

BEST AVAILABLE COPY

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**